

WEST**End of Result Set**

Generate Collection

Print

L3: Entry 3 of 3

File: JPAB

Dec 2, 1998

PUB-NO: JP410317095A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10317095 A

TITLE: NON-HEAT TREATED STEEL FOR INDUCTION CONTOUR HARDENING

PUBN-DATE: December 2, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

INOUE, KOICHIRO

NAKAMURA, SADAYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

DAIDO STEEL CO LTD

APPL-NO: JP09163180

APPL-DATE: May 19, 1997

INT-CL (IPC): C22 C 38/00; C21 D 1/42; C22 C 38/18; C22 C 38/60

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a steel capable of formation of a homogeneous hardened layer structure by means of induction contour hardening by short-time heating without application of refining treatment after hot forging and having high bending or torsional fatigue strength and rolling contact fatigue strength by providing a composition in which the amount of C is regulated to a value higher than that of the S40 to S45 carbon steel and also the amounts of C, Mn, and Cr are regulated so that a hardenability index becomes a specific value or below.

SOLUTION: This steel has a composition which consists of, by weight, 0.45-0.80% C, 0.01-1.00% Si, 0.10-1.50% Mn, 0.10-1.00% Cr, 0.05-0.30% V, 0.015-0.050% sol.Al, and the balance Fe and contains, if necessary, 0.0005-0.0050% B and 0.005-0.050% Ti and further either or both of $\leq 0.20\%$ S and $\leq 0.10\%$ Te and in which the hardenability index, represented by $[\text{hardenability index} = 1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times \text{Mn}(\%) - 0.49 \times \text{Cr}(\%)]$, is regulated to ≤ 0.3 . This steel is suitable for parts for machine structural use, such as a speed change gear, a rolling element for non-stage transmission, a uniform velocity joint outer race, and a drive shaft, to be subjected to surface hardening treatment by means of induction hardening.

COPYRIGHT: (C) 1998, JPO

BEST AVAILABLE COPY

7/9/03 9:21 AM

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-317095

(43) 公開日 平成10年(1998)12月2日

(51) Int.Cl.⁴
 C 2 2 C 38/00
 C 2 1 D 1/42
 C 2 2 C 38/18
 38/60

識別記号
 3 0 1

F I
 C 2 2 C 38/00 3 0 1 A
 C 2 1 D 1/42 Z
 C 2 2 C 38/18
 38/60

審査請求 未請求 請求項の数4 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-163180

(22) 出願日 平成9年(1997)5月19日

(71) 出願人 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区第一丁目11番18号

(72) 発明者 井上 幸一郎

大阪府吹田市昭和町27-20

(72) 発明者 中村 貞行

三重県三重郡朝日町大字柿3094番地

(54) 【発明の名称】 高周波輪郭焼入用非調質鋼

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 熱間鍛造後に調質処理を行うことなく、超短時間加熱の高周波輪郭焼入でも均質な硬化層組織が得られ、高い曲げまたはねじり疲労強度および転がり接触疲労強度を得ることができる高周波輪郭焼入用非調質鋼。

【解決手段】 重量基準でC : 0.45~0.80%, Si : 0.01~1.00%, Mn : 0.10~1.50%, Cr : 0.10~1.00%, V : 0.05~0.30%, s-Al : 0.015~0.050%, 残部Feおよび不純物よりなり、かつ下記の式を満たすことを特徴とし、熱間鍛造後、調質処理を行うことなく超短時間加熱の高周波輪郭焼入でも均質な硬化層組織が得られ、高い曲げまたはねじり疲労強度および転がり接触疲労強度を得ることができる。

焼入性指数 : $1.2 - 1.4 \times C (\%) - 0.28 \times Mn (\%) - 0.49 \times Cr (\%) \leq 0.3$

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量基準で

C : 0.45~0.80%

Si : 0.01~1.00%

Mn : 0.10~1.50%

Cr : 0.10~1.00%

V : 0.05~0.30%

s-Al : 0.015~0.050%

残部Feおよび不純物よりなり、かつ下記の式を満たすことを特徴とする高周波輪郭焼入用非調質鋼。

焼入性指数： $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$

【請求項2】重量基準で

C : 0.45~0.80%

Si : 0.01~1.00%

Mn : 0.10~1.50%

Cr : 0.10~1.00%

V : 0.05~0.30%

B : 0.0005~0.0050%

Ti : 0.005~0.050%

s-Al : 0.015~0.050%

残部Feおよび不純物よりなり、かつ下記の式を満たすことを特徴とする高周波輪郭焼入用非調質鋼。

焼入性指数： $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$

【請求項3】重量基準で

C : 0.45~0.80%

Si : 0.01~1.00%

Mn : 0.10~1.50%

Cr : 0.10~1.00%

V : 0.05~0.30%

s-Al : 0.015~0.050%

および

S : 0.20%以下

Te : 0.10%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含み、残部Feおよび不純物よりなり、かつ下記の式を満たすことを特徴とする高周波輪郭焼入用非調質鋼。

焼入性指数： $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$

【請求項4】重量基準で

C : 0.45~0.80%

Si : 0.01~1.00%

Mn : 0.10~1.50%

Cr : 0.10~1.00%

V : 0.05~0.30%

B : 0.0005~0.0050%

Ti : 0.005~0.050%

s-Al : 0.015~0.050%

および

S : 0.20%以下

Te : 0.10%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含み、残部Feおよび不純物よりなり、かつ下記の式を満たすことを特徴とする高周波輪郭焼入用非調質鋼。

焼入性指数： $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【発明の属する技術分野】本発明は、熱間鍛造で成形される機械構造用部品で機械加工後、高周波焼入により表面硬化処理を施す部品、例えば変速ギヤ、無段変速機用転動体、等速ジョイントアウターレース、ドライブシャフトその他で曲げ疲労強度、ねじり疲労強度および転がり接触疲労強度に優れた高強度高周波焼入用鋼に関する。

【0002】

20 【従来の技術】中炭素鋼に微量のVを添加した非調質鋼は熱間鍛造後の焼入・焼戻し処理を省略しても目的とした強度が得られるため、広く機械構造用部品に適用されている。このような非調質鋼鍛造品において高い接触疲労強度や曲げ、ねじり疲労強度が要求される部品には熱間鍛造後、機械加工を施した後に高周波焼入を行うことが一般的である。しかし、中炭素鋼に微量のVを添加した従来の非調質鋼は初析フェライト面積率が多く、均質な高周波焼入組織を得るためには十分に長い時間加熱する必要があった。

30 【0003】近年ではこれらの部品に対してさらなる高強度化が要求されており、0.1~1.0sec.の超短時間の加熱で部品形状に沿った焼入を行う技術が開発されている。このような高周波輪郭焼入技術を用いた焼入材は高い圧縮残留応力が付与されるため、優れた強度を得られることが特徴である。従来の非調質鋼に加熱時間の短い高周波輪郭焼入技術を適用する場合には前にも述べた理由により均質な硬化層を得ることができず、かえって強度が低下する問題があった。

40 【0004】また、非調質鋼でない炭素鋼では、高周波輪郭焼入の場合には均質な硬化層組織を得るために熱間鍛造後に焼入・焼戻しなどの調質処理を行うことが行われているが、非調質鋼は調質処理を行わないのが特徴であり調質処理を行うことはその工程省略によるコストメリットを失うことになり好ましくない。

【0005】

50 【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記のような事情を背景としてなされたもので、本発明の目的とするところは、熱間鍛造後に目的とする部品形状に加工し、調質処理を行うことなく、超短時間加熱の高周波輪郭焼入で均質な硬化層組織が得られ、高い曲げまたはねじり疲労強度および転がり接触疲労強度を有する高周波輪郭焼入用非調質鋼に関する。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、種々の合金元素の組み合わせについて検討した結果、曲げまたはねじり疲労強度および転がり接触疲労強度を向上させるためにはC含有量を通常のS40C～S45Cの炭素鋼より高い0.45%以上の添加とした。また、C、Mn、Cr含有量と初析フェライト面積率の関係を調査し各々の合金元素が下式で表わされる焼入性指数が0.3以下となる様に調整することにより超短時間でも均質な硬化層を得ることができることを見出した。

焼入性指数： $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$

【0007】また、場合によってはBを添加することにより焼入性を向上させるとともに硬化層組織の強度を改善した。これにより熱間鍛造後に目的とする部品形状に加工し、調質処理を行うことなく、超短時間加熱の高周波輪郭焼入で均質な硬化層組織が得られ、高い曲げまたはねじり疲労強度および転がり接触疲労強度を有する高周波輪郭焼入用非調質鋼を開発した。

【0008】すなわち、本発明の高強度高周波焼入用鋼は重量基準で

C : 0.45～0.80%

Si : 0.01～1.00%

Mn : 0.10～1.50%

Cr : 0.10～1.00%

V : 0.05～0.30%

s-Al : 0.015～0.050%

また、必要に応じて

B : 0.0005～0.0050%

Ti : 0.005～0.050%

を含有し残部Feおよび不純物よりなり、かつ下記の式を満たすことを特徴とする高周波輪郭焼入用非調質鋼。

焼入性指数： $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$

【0009】また、同じく上記の合金元素に加えて重量基準で

S : 0.20%以下

Te : 0.10%以下

のうちから選ばれる1種または2種以上を含み、残部Feおよび不純物よりなり、かつ下記の式を満たすことを特徴とする高周波輪郭焼入用非調質鋼。

焼入性指数： $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$

【0010】以下に各合金成分の限定理由について説明する。

C : 0.45～0.80%

Cは高周波焼入後、鋼の強度を保持するための必須の元素であり、高周波焼入後の表面硬さを確保し、静的強度や曲げ疲労強度および転がり接触疲労強度を向上させるために0.45%以上添加する必要がある。しかし、そ

の含有量が0.80%の共析点を超過して添加するとむしろ表面硬さが低下し、強度向上の劣化を招く。また、初析セメンタイトが生成して靱性を損なうなどの弊害をもたらすので、C含有量の上限を0.80%にした。

【0011】Si : 0.01～1.00%

Siは溶製時の脱酸剤として作用する元素である。しかし多量に添加すると被削性や熱間加工性を低下させるので0.01～1.00%に規定した。

【0012】Mn : 0.10～1.50%

Mnは溶製時の脱酸剤として作用する元素であり、また高周波焼入性を向上させる元素であるしかし過剰に添加すると熱間鍛造後ベイナイトが発生し被削性を劣化させる。このため、Mn含有量は0.10～1.50%にする必要がある。

【0013】Cr : 0.10～1.00%

CrはMnと同様に高周波焼入性を向上させる元素であるが、多量の添加はベイナイトの生成により素材硬さを高め被削性および加工性を劣化させるので0.10～1.00%に規定した。

【0014】V : 0.05～0.30%

Vは熱間鍛造後、空冷時に炭窒化物として微細析出し強度を高める元素であり、調質処理を行うことなく目的とする強度を得ることができる非調質鋼には必須の元素である。このような効果を得るためにも0.05%以上の添加が必要である。しかし、多量の添加は経済的に不利となるため0.30%以下とする必要がある。

【0015】s-Al : 0.015～0.050%

s-Alは溶製時の脱酸剤として作用する元素であり、0.015%以上添加する必要がある。しかし、多量に添加すると靱性や疲労強度の低下をきたすので0.050%以下に限定した。

【0016】B : 0.0005～0.0050%

Bは焼入性を高め安定した硬化層深さを得るために役立つとともにMn、Cr含有量の変化による焼入性の変動を効果的に抑制することができる。この効果を安定して得るためにも0.0005%以上の添加を必要とする。しかし、過剰に添加してもその効果はかえって低下するので上限を0.0050%以下にした。

【0017】Ti : 0.005～0.050%

Tiは鋼中のNと結びつき、TiN化合物の生成によりBN化合物の生成を抑制し、Bによる焼入性向上効果を確保するために必要な元素である。このため、Bを添加する場合には必ず添加する必要がある。しかし、多量に添加すると靱性や疲労強度の低下をきたすので0.005～0.050%に限定した。また、Ti望ましい添加量は $Ti/N \geq 3.4$ である。

【0018】S : 0.20%以下

Te : 0.10%以下

S、Teは被削性を高める元素であって、それぞれ0.20%以下、0.10%以下の範囲で単独に、または複

合添加しても良い。ただしこれ以上添加すると機械的性質が劣化するので上限を定めた。

【0019】焼入性指数： $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$
 上述した式で示される焼入性指数が0.3を超えるとでは熱間鍛造後の初析フェライト量が多く超短時間の焼入では均質な硬化層が得られず、高周波焼入後も充分な強度を得ることができない。

【0020】

【実施例】表1に示す化学組成をもつ各鋼材を高周波誘導炉で溶解し150kgの鋼塊に鑄造した。その後、1200℃で熱間鍛造し直径32mmの丸棒にした。鍛造後は適当な間隔をおいて室温まで放冷した。たこれらの丸棒より下記の試験条件にて転動試験、回転曲げ疲労試験を下記の条件で行い評価した。その結果を表2に示す。また実施例に示される鋼には通常の鋼に含まれるP:0.030%以下、Cu:0.30%以下、Ni:0.20%以下、N:0.030%以下、O:0.003%以下の不純物が含有されている。

【0021】転動試験は試験部直径12.3mmの疲労試験片を削りだし、周波数:150kHz、方式:定置*

*焼入、加熱時間:0.3s、電力:600kW、最高加熱温度:980℃、冷却水:水、焼戻し:なしの条件で高周波焼入焼戻し処理を施した。試験はラジアル型転動試験機により、SUJ2製ボールを用いて面圧5880MPaにて試験を実施した。回転曲げ疲労試験は応力集中係数1.8の切欠きを有し、切欠き底半径8mmの試験片を用い周波数:150kHz、方式:定置焼入、加熱時間:0.25s、電力:600kW、最高加熱温度:980℃、冷却水:水、焼戻し:なしの条件で高周波焼入焼戻し処理を施し小野式回転曲げ疲労試験を行った。

【0022】被削性は歯切り試験によって行った。150kg鋼塊を直径90mmの丸棒に鍛造し、これを1100℃で1時間の焼ならし処理により非調質鍛造をシミュレーションした。その後、焼ならしまで直径86.4mmの試験片に加工し、表3に示した条件で試験に供した。表2に示す工具寿命はクレーター磨耗が50μmに達した時点とし、従来鋼Bの工具寿命を1としたときの相対値で示した。

【0023】

【表1】

	No.	成分組成(wt%)									焼入性指数
		C	Si	Mn	Cr	V	B-Al	B	Ti	その他	
発明鋼	1	0.45	0.25	1.20	0.10	0.10	0.028	-	-	-	0.18
	2	0.55	0.25	1.20	0.10	0.10	0.028	-	-	-	0.04
	3	0.65	0.25	1.21	0.10	0.10	0.021	-	-	-	-0.10
	4	0.55	0.60	1.20	0.10	0.10	0.023	-	-	-	0.04
	5	0.55	0.26	0.60	0.30	0.10	0.020	-	-	-	0.11
	6	0.55	0.25	0.25	0.80	0.10	0.024	-	-	-	-0.03
	7	0.55	0.26	1.20	0.10	0.25	0.025	-	-	-	0.04
	8	0.54	0.25	1.20	0.10	0.10	0.027	-	-	S:0.10	0.06
	9	0.55	0.25	1.20	0.10	0.09	0.021	-	-	S:0.05,Te:0.001	0.04
	10	0.55	0.26	1.21	0.10	0.10	0.025	0.0015	0.025	-	0.04
	11	0.54	0.25	1.20	0.10	0.10	0.045	0.0013	0.023	S:0.10	0.06
	12	0.54	0.24	1.20	0.10	0.10	0.026	0.0015	0.024	S:0.05,Te:0.001	0.06
比較鋼	A	0.40	0.25	1.20	0.10	0.10	0.024	-	-	-	0.26
	B	0.85	0.25	1.20	0.10	0.10	0.028	-	-	-	-0.38
	C	0.55	1.50	1.20	0.10	0.10	0.026	-	-	-	0.04
	D	0.55	0.25	2.00	0.10	0.10	0.027	-	-	-	-0.18
	E	0.55	0.25	0.25	1.20	0.10	0.020	-	-	-	-0.23
	F	0.54	0.25	1.20	0.10	0.40	0.026	-	-	-	0.06
	G	0.55	0.25	1.20	0.10	0.10	0.005	-	-	-	0.04
	H	0.56	0.25	1.20	0.10	0.10	0.063	-	-	-	0.03
	I	0.55	0.25	1.20	0.10	0.10	0.024	-	-	S:0.25,Te:0.05	0.04
	J	0.55	0.25	1.20	0.10	0.10	0.024	0.0015	0.100	-	0.04
	K	0.55	0.05	1.20	0.11	0.10	0.022	0.0015	0.024	S:0.26,Te:0.05	0.04
	L	0.50	0.25	0.50	0.10	0.10	0.023	-	-	-	0.11

【0024】

【表2】

	No.	回転曲げ疲れ強度 (MPa)	ラジアル転動試験 B10寿命(×10 ⁴)	歯切り被削性 従来鋼と比較
発明鋼	1	461	3.5	1.53
	2	579	>5.0	1.00
	3	684	>5.0	0.66
	4	572	>5.0	1.00
	5	557	4.8	1.33
	6	575	>5.0	0.99
	7	568	>5.0	0.53
	8	594	>5.0	1.56
	9	583	>5.0	2.09
	10	600	>5.0	0.99
	11	567	>5.0	1.57
	12	563	>5.0	2.19
比較鋼	A	438	0.3	1.88
	B	415	3.2	0.29
	C	591	>5.0	0.60
	D	587	>5.0	0.50
	E	593	>5.0	0.61
	F	558	>5.0	0.30
	G	492	2.1	1.00
	H	432	3.1	0.96
	I	416	0.64	2.61
	J	475	0.45	1.00
	K	484	0.26	2.39
	L	473	0.78	2.27

*【0025】
【表3】

10

ホブ種類		切削条件	
材質コード	: ハ	ホブ分類S/O	: S
材質名	: M34	直径	: 92mm
コーティング	: TiN	長さ	: 125mm
		モジュール	: 2.6
		圧力角	: 20°
		ネジレ方向R/L	: R
		歯数	: 3
		刃数	: 12
		歯型S/O	: S
		ワーク歯数	: 25
		歯幅	: 200mm
		切削方向	: 0
		ネジレ角	: 27°
		送り	: 4mm/rev
		速度	: 66m/min
		乾潤式D/W	: W
		油剤名	: ユシロンNo.9

【0026】表1の実施例1～12は本発明にかかわる成分組成および焼入性指数の全ての条件を満足する実施例であり、回転曲げ疲労強度、転動疲労特性および歯切り被削性のすべてに優れている。また、快削元素を添加した9、8、11、12鋼は同じ硬さの発明鋼に比べて被削性が改善されていることがわかる。

【0027】これに対して比較鋼A、BはC含有量が請求範囲外であり、A鋼はC含有量が低すぎるために硬化層の焼入硬さが低く強度が低下している。また、B鋼はC含有量が多すぎるために初析セメンタイトが発生し強度を低下させている。

【0028】比較鋼C、D、E、FはそれぞれSi、Mn、Cr、V含有量が高すぎるため熱間鍛造後の素材硬さが高くなりすぎて被削性を著しく低下させている。

【0029】比較鋼Gはs-Al含有量が低すぎるために熱間鍛造後の結晶粒が粗大化し、強度が低下している。また、比較鋼Hはs-Al含有量が高すぎるため、Alの窒化物が過剰に生成し、強度を低下させている。

【0030】比較鋼JはTi含有量が高すぎるためにTiの炭窒化物が介在物として多量に存在するため強度低下を招いている。また、比較鋼Lは化学成分は請求範囲内であるが、焼入性指数が大きすぎるために超短時間高周波加熱では均質な硬化層組織が得られず、強度が低下

※している。

【0031】比較鋼I、KはS、Teを過剰に添加しているため被削性は大きく改善されるが強度は低下している。

【0032】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明の高周波輪郭焼入用非調質鋼は重量基準でC:0.45～0.80%、Si:0.01～1.00%、Mn:0.10～1.50%、Cr:0.10～1.00%、V:0.05～0.30%、s-Al:0.015～0.050%また、必要に応じて、B:0.0005～0.0050%、Ti:0.005～0.050%を含有することができ、同じく必要に応じてS:0.20%以下、Te:0.10%以下のうちから選ばれる1種または2種以上を含み、残部Feおよび不純物よりなり、かつ下記の式を満たすことを特徴とし、熱間鍛造後に目的とする部品形状に加工したのち調質処理を行うことなく、超短時間加熱の高周波輪郭焼入で均質な硬化層組織が得られ、高い曲げまたはねじり疲労強度および転がり接触疲労強度を有する高強度高周波焼入用非調質鋼を得ることができる。

焼入性指数: $1.2 - 1.4 \times C(\%) - 0.28 \times Mn(\%) - 0.49 \times Cr(\%) \leq 0.3$